

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ

УДК 621.311.16

Качан Ю.Г., Коваленко В.Л.

О ЗАДАНИИ ОГРАНИЧЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНОГО ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕСУРСА

Актуальность проблемы. Количественная оценка потенциала возможной утилизации вторичного гидроэнергетического ресурса [1,2] показывает, что объёмов последнего на промышленных предприятиях достаточно для частичной компенсации покупаемой электроэнергии. Однако, для увеличения КПД утилизации механической энергии потоков воды от элементов технологического оборудования необходимо решить ряд технических и методологических задач. Основной и наиболее сложной из них является создание оптимальной системы сбора этих потоков.

Постановка задачи. Эффективность рассматриваемой утилизации напрямую зависит от топологии системы сбора технической воды. Как известно, производственное оборудование имеет различные габаритные размеры и, обусловленное технологическим процессом, расположение по территории предприятия (цеха). При постановке задачи оптимизации топологии указанной системы сбора возникают сложности, связанные с математической формулировкой ограничений на места возможного расположения её элементов. В зависимости от того, каким образом внесены эти ограничения, сложность решения поставленной задачи существенно меняется.

В [3] предложен близкий по постановке метод решения топологической задачи применительно к электрическим сетям. Однако он не позволяет учесть некоторые физико-технические особенности создаваемой системы сбора гидроресурса (ССГ). Так, в указанной работе топологическая задача рассматривается с позиции имитационно-детерминированного моделирования. При этом, моделируя места расположения узлов нагрузки в плане сети рекомендуется отождествлять их с граничными точками дуг концентрических окружностей, центры которых имеют некоторые условные координаты (x_0, y_0) . Этот, так называемый центр электрической нагрузки, как бы представляет собой метрический базис моделирования и задается предварительно, либо вычисляется по определенному правилу.

Сложность и нецелесообразность предложенной в [3] постановки и решения рассматриваемой топологической задачи в контексте проектирования рациональных систем сбора очевидна. Но, на первый взгляд, довольно проблематичным остаётся вопрос задания множества N_i координат всех точек i -ой зоны недопустимого расположения ССГ. В математическом плане наложение указанного ограничения на маршруты пролегания трасс и расположения центров сбора технической воды относится к так называемому распознаванию «образов» (недопустимых зон) и предусматривает формирование их разделяющих функций, что не менее проблематично.

В общем виде координаты размещения оборудования системы сбора вторичного гидроэнергетического ресурса (x_C, y_C, z_C) , расположение которых недопустимо с точки зрения территориальных ограничений, задаются следующим образом [4]:

$$(x_C, y_C, z_C) \notin N_i, \quad i = \overline{1, H}, \quad (1)$$

где N_i – множество координат всех точек пространства, которые принадлежат i -ой замкнутой зоне недопустимого размещения ССГ; H – количество недопустимых зон на территории предприятия (цеха).

При этом существенное упрощение задачи может быть достигнуто при использовании методов распознавания, в соответствии с которыми предусматривается разбиение пространства «образа» на непересекающиеся области, каждая из которых соответствует изображению одного и того же класса, допускающего элементарное аналитическое описание.

В указанном случае вся недопустимая зона опишется чисто логической разделяющей функцией вида:

$$\vec{\psi}(x) = \bigvee_{\mu=1}^m \vec{\varphi}_{\mu}(x), \quad (2)$$

где m – число непересекающихся областей, на которые разбит «образ»; $\vec{\varphi}_{\mu}(x)$ – аналитическое описание области выбранного класса.

Очевидно, что приемлемой для рассматриваемой нами задачи является элементарная область в виде параллелепипеда, наиболее простое аналитическое описание которой представляет собой сигнатурную функцию вида [5]:

$$\varphi_{\mu}(\vec{x}_j) = \frac{1}{2^n} \prod_{\gamma=1}^n \left\{ 1 + \operatorname{sgn} \left[(x_{j\gamma} - x_{\mu\gamma \min})(x_{\mu\gamma \max} - x_{j\gamma}) \right] \right\}. \quad (3)$$

Если рассматриваемая ситуация x_j (предполагаемое место расположения j -го оборудования ССГ) входит в параллелепипед $(x_{\gamma \min} \dots x_{\gamma \max}, \gamma = \overline{1, n})$, то $\varphi_{\mu}(\vec{x}_j) = 1$. В противном случае $\varphi_{\mu}(\vec{x}_j) = 0$. Очевидно, что размерность рассматриваемого пространства образа в данном случае $n = 3$ (ширина, длина и высота технологического оборудования.)

В качестве примера на рисунке 1 показана условная зона недопустимого расположения ССГ на плане реального промышленного предприятия (цеха графитации ОАО «Укрграфит») [2]. В математическом плане она представляет собой множество значений $x_{\mu\gamma \min}, x_{\mu\gamma \max}$, последовательно подставляемых в формулу (3). Предварительно в эту формулу вносятся значения координат предполагаемого места расположения ССГ $\vec{x}_j = \{x_{j1}, x_{j2}, x_{j3}\}$. В виде параллелепипеда условно изображен один из видов технологического оборудования, а именно, электрокальцинатор, положение которого на трёхмерном плане цеха ограничивается координатами пространства $x_{j1}(5 \dots 12)$; $x_{j2}(20 \dots 27)$; $x_{j3}(0 \dots 17)$, м, и, по сути, является зоной недопустимого расположения ССГ. Допустим, предполагаемые точки, в которых находится оборудование системы сбора имеют координаты $x_{ja}(5; 5; 5)$ и $x_{jb}(7; 25; 10)$, м. Подставляя исходные данные поочередно в формулу получим: $\varphi(x_{ja}) = 0$ и, соответственно, $\varphi(x_{jb}) = 1$. Это означает, что т. а является допустимой координатой размещения элементов рассматриваемой системы утилизации, а, соответственно, т. б таковой не является.

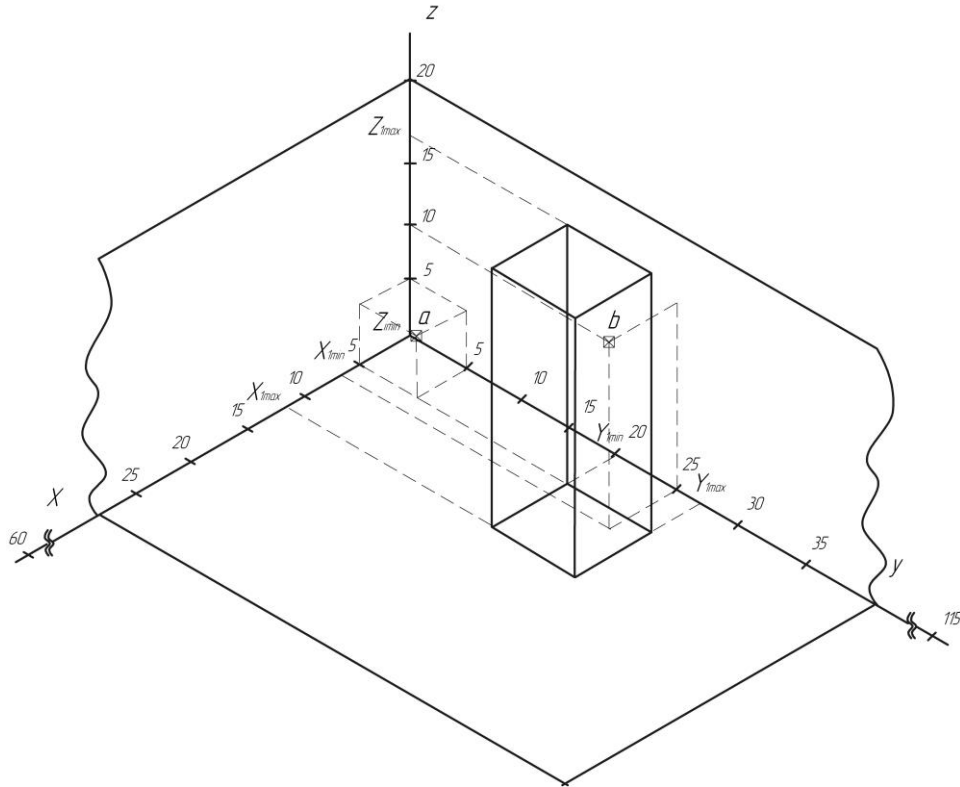


Рисунок 1 – Иллюстрация расположения элементов ССГ и технологического оборудования на плане цеха промышленного предприятия

Очевидно, что предложенный метод наложения ограничений на места расположения элементов системы сбора существенно упрощает её синтез и позволяет получить координаты расположения элементов ССГ без постановки собственно громоздких и сложных топологических задач.

Выводы. Аналитическое описание зоны недопустимого расположения оборудования ССГ на территории промышленного предприятия (цеха) предлагается выполнить на основе методов распознавания «образов» с использованием сигнатурной функции. Такой подход позволит упростить решение задачи оптимизации системы сбора технической воды с учетом наложенных ограничений.

Литература

1. Качан Ю.Г., Коваленко В.Л. О возможности повышения эффективности утилизации вторичных энергоресурсов промышленных предприятий // Вісник ДонНТУ. Серія: «Екологія». – 2008. – № 1(143). – С. 54–56.
2. Качан Ю.Г., Коваленко В.Л., Филобок А.А. Оценка потенциала утилизации вторичного гидроэнергетического ресурса на примере металлургического предприятия // Металургія: Наукові праці ЗДІА. – 2009. – Вип. 19. – С. 23–25.
3. Скоробогатова В.И., Дьяченко В.В. Метод решения топологической задачи применительно к электрическим сетям // Электрический журнал. – 1996. – №1(3). – С. 34–37.
4. Качан Ю.Г., Дьяченко В.В. Методические основы повышения энергоэффективности систем электроснабжения промышленных предприятий // Гірнична електромеханіка та автоматика: Наук.-техн.зб. – 2006. – Вип. 76. – С. 12–17.
5. Воронов В.А. Метод описания технологических ситуаций и его использование при управлении процессами // Обогащение руд: Наук.-техн. інформ. зб. – 1982. – №2. – С. 31–35.

УДК 621.311.16

Качан Ю.Г., Коваленко В.Л.

ПРО ЗАДАНИЯ ОБМЕЖЕНЬ У ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВТОРИННОГО ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО РЕСУРСУ

У статті пропонується застосувати метод розпізнавання «образів» для внесення обмежень (недопустимих зон) на місця розташування елементів системи збору вторинного гідроенергетичного ресурсу підприємств. В математичному плані накладення обмежень пропонується виконувати шляхом формування розділяючої функції «образа», найбільш просте аналітичне описання якої в данному випадку представляє собою сигнатурну функцію. Запропонований підхід дозволить спростити вирішення задачі оптимізації системи збору без постановки складних топологічних задач.

Kachan Y., Kovalenko V.

ABOUT PUTTING IN LIMITS IN THE TASK OF OPTIMIZATION THE SYSTEM OF SECONDARY HYDROENERGETIC RESOURCE

To apply the method of «pattern» recognition for putting in limits (forbidden zones) on the places of elements' location in a system of secondary hydroenergetic plants resource collection is proposed in this article. In math meaning the forbidden zones are proposed to make by forming a dividing function «pattern». Its simplest analytical description is a signature function in our case. In offered approach will help to solve and simplify the task of optimization the system of collection without solving hard topologies tasks.